

Digitalisasi, Efisiensi Operasional, Profitabilitas, dan Risiko Pembiayaan Bank Syariah Indonesia: Pola Efisiensi-Pertama

Ulfatul Khasanah^{1*}, Faridatun Najiyah², Salma Sayed Mahmoud Ahmed³

^{1, 2} STEI Permata Bojonegoro, Indonesia

³ Helwan University, Egypt

Article Information

Received: August 12, 2026

Revised: August 28, 2026

Accepted: August 29, 2026

Kata Kunci:

Bank Syariah; Digitalisasi; Efisiensi Operasional; Profitabilitas; Risiko Pembiayaan.

Keyword:

Digitalization, Financing Risk, Islamic Banking, Operational Efficiency, Profitability.

DOI:

10.32764/bep.v4i2.1865

How to Cite:

Khasanah, U., Najiyah, F., & Ahmed, S. S. M. (2026). Digitalisasi, Efisiensi Operasional, Profitabilitas, dan Risiko Pembiayaan Bank Syariah Indonesia: Pola Efisiensi-Pertama. *Business and Economic Publication*, 4 (2), 208-227.



This Journal is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis hubungan digitalisasi dengan efisiensi operasional, profitabilitas, dan risiko pembiayaan bank umum syariah di Indonesia. Kebaruannya terletak pada analisis terpadu BOPO, ROA, dan NPF untuk mengidentifikasi pola efisiensi-pertama tanpa mengklaim mediasi. Penelitian menggunakan desain kuantitatif eksplanatori berbasis data panel, mencakup 30 observasi bank-tahun dari enam bank umum syariah selama 2021–2025, dengan estimasi fixed effect. Digitalisasi diproksikan melalui persentase aset takberwujud terhadap total aset. Berdasarkan standard error konvensional, digitalisasi berasosiasi negatif dengan BOPO ($p = 0,0070$), positif tetapi tidak signifikan dengan ROA ($p = 0,0766$), serta positif dengan NPF ($p = 0,0215$). Namun, pengujian diagnostik dan ketahanan model melalui analisis leverage, leave-one-bank-out, serta wild cluster bootstrap dengan enumerasi penuh pada enam kluster menunjukkan bahwa asosiasi BOPO dan NPF tidak bertahan setelah koreksi terhadap jumlah kluster yang sangat kecil. Hasil tersebut juga sebagian besar dipengaruhi oleh satu bank dengan nilai ekstrem pada 2021. Dengan demikian, pola efisiensi-pertama merupakan sinyal eksploratif awal, bukan asosiasi statistik yang mapan. Evaluasi investasi digital perlu mengintegrasikan indikator penggunaan, efisiensi, monetisasi, kualitas pembiayaan, dan tata kelola risiko.

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between digitalization and the operational efficiency, profitability, and financing risk of Sharia commercial banks in Indonesia. Its novelty lies in the integrated analysis of BOPO, ROA, and NPF to identify an "efficiency-first" pattern without claiming mediation. The study employs an explanatory quantitative design based on panel data, covering 30 bank-year observations from six Sharia commercial banks over the 2021–2025 period, using fixed-effects estimation. Digitalization is proxied by the ratio of intangible assets to total assets. Based on conventional standard errors, digitalization is negatively associated with BOPO ($p = 0.0070$), positively but insignificantly associated with ROA ($p = 0.0766$), and positively associated with NPF ($p = 0.0215$). However, diagnostic and robustness tests – including leverage analysis, leave-one-bank-out analysis, and wild cluster bootstrapping with full enumeration across six clusters – reveal that the associations with BOPO and NPF do not persist after correcting for the very small number of clusters. These results are also largely driven by a single bank that exhibited extreme values in 2021. Consequently, the "efficiency-first" pattern serves as an initial exploratory signal rather than an established statistical association. Evaluations of digital investments need to integrate indicators regarding usage, efficiency, monetization, financing quality, and risk governance.

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah cara bank memproses transaksi, menjangkau nasabah, menilai risiko, dan mengelola kapasitas operasional. Pada perbankan syariah Indonesia, digitalisasi tidak lagi terbatas pada pengembangan kanal transaksi. Otoritas Jasa Keuangan melaporkan bahwa sebagian besar Bank Umum Syariah (BUS) dan Unit Usaha Syariah (UUS) telah menyediakan pembukaan rekening secara daring, sementara sebagian BUS dan UUS juga telah memiliki QRIS dan layanan digital lainnya. OJK juga mendorong sinergi perbankan pada aspek teknologi informasi, sumber daya insani, jaringan kantor, dan layanan untuk mengoptimalkan digitalisasi serta efisiensi (Otoritas Jasa Keuangan, 2024, 2025). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa isu utama telah bergeser dari sekadar adopsi teknologi menuju kemampuan bank mengubah investasi digital menjadi operasi yang lebih efisien, profitabilitas yang berkelanjutan, dan kualitas pembiayaan yang tetap terjaga.

Perubahan tersebut berlangsung bersama tuntutan efisiensi biaya, perluasan inklusi keuangan, kualitas pembiayaan, kepatuhan syariah, keamanan siber, dan penguatan tata kelola. Digitalisasi dapat menurunkan biaya transaksi dan ketergantungan pada jaringan fisik, tetapi bank juga menanggung biaya pengembangan sistem, integrasi data, keamanan, pelatihan, dan pemeliharaan platform. Perluasan layanan digital dapat mempercepat akuisisi nasabah dan penyaluran pembiayaan. Jika kemampuan *screening*, *monitoring*, dan *collection* tidak berkembang pada kecepatan yang sama, manfaat efisiensi dapat berjalan bersama peningkatan risiko pembiayaan. Dalam perbankan syariah, kualitas proses digital juga harus konsisten dengan prinsip syariah, transparansi akad, perlindungan konsumen, dan integritas proses (Ichsan et al., 2024; Tlemsani et al., 2025).

Bukti empiris internasional menunjukkan hasil yang beragam. Nguyen et al. (2023) menemukan bahwa digitalisasi meningkatkan profitabilitas bank di negara berkembang dan salah satu jalurnya bekerja melalui penurunan *cost-to-income ratio*. Ren et al. (2024) menunjukkan bahwa transformasi digital meningkatkan *profit efficiency* melalui mekanisme pendapatan dan biaya. Citterio et al. (2024) juga menemukan keuntungan profitabilitas pada bank Eropa, tetapi hubungan tersebut tidak sepenuhnya linear. Sayari (2024) menunjukkan manfaat *internet banking* terhadap profitabilitas di Arab Saudi, sedangkan Theiri and Hadoussa (2024) menemukan bahwa digitalisasi memengaruhi kinerja keuangan bank dalam konteks Afrika. Di sisi efisiensi, Lee et al. (2023) mengaitkan perkembangan *FinTech* dengan efisiensi bank komersial, dan Shen et al. (2025) menunjukkan bahwa transformasi digital dapat meningkatkan *cost efficiency*

melalui diversifikasi, pengurangan asimetri informasi, pemanfaatan dana, dan kanal risiko.

Hasil positif tersebut tidak bersifat universal. Cheng dan Qu (2023) menunjukkan bahwa sumber daya data dapat menekan efisiensi pada tahap awal sebelum menghasilkan manfaat yang lebih kuat. Ayadi et al. (2025) menemukan hubungan digitalisasi dan efisiensi bank yang bersifat nonlinier. Khattak et al. (2023) serta Puri et al. (2023) memperluas diskusi dengan menunjukkan bahwa digitalisasi juga berkaitan dengan diversifikasi dan stabilitas bank. Dengan demikian, manfaat teknologi dapat muncul melalui beberapa saluran yang bergerak dengan kecepatan berbeda. Bank dapat mengalami perbaikan biaya operasional tanpa langsung menunjukkan peningkatan ROA ketika biaya transisi, strategi ekspansi, atau risiko pembiayaan menyerap sebagian manfaat tersebut.

Konteks perbankan syariah memperkuat kebutuhan untuk membaca beberapa indikator secara bersamaan. Efa (2026) menemukan bahwa digitalisasi berkaitan dengan peningkatan profitabilitas dan efisiensi bank syariah Indonesia. Hasani (2026) juga melaporkan perubahan efisiensi dan profitabilitas pada Bank Syariah Indonesia dalam konteks kasus yang lebih sempit. Nurjanah dan Amrizal (2024) menunjukkan bahwa konsekuensi profitabilitas dari *financial technology* bergantung pada kondisi internal dan makroekonomi. Monika et al. (2021) menghubungkan perkembangan *FinTech* dengan profitabilitas bank syariah, sedangkan Nurcahyani et al. (2023) menunjukkan pentingnya efisiensi bank syariah selama periode pandemi. Rehman et al. (2022) menambahkan bahwa efisiensi modal intelektual juga berhubungan dengan kinerja bank syariah. Rangkaian temuan tersebut menunjukkan bahwa aset tak berwujud dan kapabilitas digital perlu dibaca sebagai bagian dari sistem operasional bank, bukan sebagai input yang otomatis menghasilkan laba.

Landasan teoritis penelitian ini menggabungkan *Resource-Based View*, *dynamic capabilities*, dan teori efisiensi perbankan. *Resource-Based View* menjelaskan bahwa sumber daya dapat memberi keunggulan ketika bernilai dan terintegrasi dengan kombinasi sumber daya organisasi yang sulit ditiru, menurut Barney (1991). Infrastruktur digital dapat bernilai, tetapi nilainya tetap bergantung pada kemampuan manusia, tata kelola, desain proses, dan penggunaan aktual. *Dynamic capabilities* menjelaskan bahwa organisasi perlu mengenali peluang, mengambil keputusan investasi, dan mentransformasi rutinitas agar sumber daya menghasilkan kinerja (Eisenhardt & Martin, 2000; Teece, 2007; Warner & Wäger, 2019). Pada tingkat operasional, teori efisiensi perbankan memisahkan sumber daya yang digunakan bank dari keluaran dan

laba yang dihasilkan (Berger & Humphrey, 1997). Kweh et al. (2024) menunjukkan bahwa *resource-management efficiency* dan *profitability efficiency* dapat muncul pada lapisan yang berbeda dalam jaringan kinerja bank.

Berdasarkan kerangka tersebut, BOPO diposisikan sebagai indikator konversi operasional. Rasio yang lebih rendah menunjukkan bahwa biaya operasional yang dikeluarkan untuk menghasilkan pendapatan operasional semakin kecil. Digitalisasi dapat menekan BOPO melalui transaksi mandiri, proses tanpa kertas, sentralisasi pemrosesan, rekonsiliasi otomatis, analitik, dan pengurangan ketergantungan pada layanan fisik. Namun, profitabilitas yang diukur melalui ROA bergantung pada lebih banyak komponen, termasuk margin pembiayaan, komposisi aset, pricing dana, pencadangan, dan kualitas pembiayaan. Karena itu, perbaikan BOPO dapat muncul lebih jelas daripada perbaikan ROA. Elmahdy et al. (2025) menunjukkan hubungan penting antara *FinTech*, efisiensi operasional, profitabilitas, dan ukuran bank, sementara Anis et al. (2023) menunjukkan bahwa efisiensi operasional dapat menjadi penghubung penting dalam penjelasan profitabilitas perbankan.

Kesenjangan penelitian terletak pada kecenderungan studi terdahulu yang menilai profitabilitas, efisiensi, dan stabilitas atau risiko secara terpisah. Penelitian ini tidak mengklaim mediasi yang belum diestimasi. Sebaliknya, penelitian menguji tiga keluaran pada panel bank yang sama dan membaca konfigurasi koefisiennya melalui konsep efisiensi-pertama. Pola tersebut digunakan sebagai kerangka interpretatif, bukan sebagai bukti bahwa BOPO memediasi hubungan digitalisasi dengan ROA. Dari sisi kebijakan, OJK melalui *Roadmap Pengembangan dan Penguatan Perbankan Syariah Indonesia 2023-2027* menempatkan akselerasi digitalisasi dan peningkatan efisiensi sebagai agenda penguatan industri, termasuk penguatan penyelenggaraan teknologi informasi dan sinergi perbankan. Bank Indonesia melalui *Blueprint Sistem Pembayaran Indonesia 2030* juga mendorong sistem pembayaran yang cepat, mudah, murah, terintegrasi, *interoperabel*, dan aman, disertai penguatan SNAP, inovasi pembayaran, literasi, serta perlindungan konsumen (A. P. J. I. Indonesia., 2024; K. S. E. Indonesia., 2024; B. Indonesia, 2024; Keuangan, 2023, 2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada pembacaan terpadu sinyal BOPO, ROA, dan NPF sebagai tahapan *resource conversion* serta risiko yang menyertainya, tanpa mengubah tiga regresi terpisah menjadi klaim mediasi.

Penelitian menjawab tiga pertanyaan. Pertama, apakah digitalisasi berhubungan negatif dengan BOPO sebagai indikator peningkatan efisiensi operasional bank syariah Indonesia? Kedua, apakah digitalisasi berhubungan positif dengan ROA? Ketiga, apakah digitalisasi berhubungan positif dengan

NPF pada periode ketika ekspansi digital berpotensi bergerak lebih cepat daripada penguatan *screening* dan *monitoring* pembiayaan? Tujuan penelitian adalah menjelaskan pola hubungan tersebut menggunakan *fixed effect* pada 30 observasi bank-tahun selama 2021-2025. Berdasarkan argumen tersebut, H1 menyatakan bahwa digitalisasi berhubungan negatif dengan BOPO, H2 menyatakan bahwa digitalisasi berhubungan positif dengan ROA, dan H3 menyatakan bahwa digitalisasi berhubungan positif dengan NPF.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan desain kuantitatif eksplanatori berbasis data panel sekunder dengan unit analisis bank-tahun. Sampel terdiri atas enam Bank Umum Syariah selama 2021-2025 sehingga diperoleh 30 observasi. *Purposive sampling* didasarkan pada tiga kriteria operasional, yaitu bank berstatus BUS selama periode pengamatan, menerbitkan laporan tahunan atau laporan keuangan publikasi secara konsisten untuk 2021-2025, serta menyediakan komponen yang diperlukan untuk menghitung DIG, BOPO, ROA, NPF, dan SIZE. Data bersumber dari laporan tahunan dan laporan keuangan publikasi masing-masing bank untuk tahun buku 2021-2025. Keenam bank tersebut adalah Bank Syariah Indonesia, Bank Panin Dubai Syariah, BCA Syariah, Bank Aceh Syariah, BTPN Syariah, dan Bank NTB Syariah. Desain panel dipilih karena memanfaatkan variasi antar bank dan perubahan di dalam bank sepanjang waktu, sekaligus mengendalikan karakteristik bank yang relatif tetap melalui *fixed effect* (Baltagi, 2021).

Digitalisasi (DIG) diukur sebagai persentase aset tak berwujud terhadap total aset, yaitu $DIG = (\text{aset tak berwujud} / \text{total aset}) \times 100\%$. Dengan penyajian tersebut, nilai DIG dibaca dalam *percentage point*. Proksi ini merepresentasikan intensitas sumber daya tak berwujud dan teknologi yang dikapitalisasi pada neraca, tetapi tidak identik dengan penggunaan aktual teknologi karena aset tak berwujud dapat mencakup komponen non-digital. Literatur menunjukkan bahwa ukuran digitalisasi beragam, mulai dari *text-mining disclosure*, transaksi *mobile banking*, adopsi layanan digital, hingga belanja teknologi (L. Shen et al., 2022; Wu et al., 2023). Perbedaan ukuran penting karena investasi digital dan penggunaan digital merupakan dua tahap yang berbeda.

Efisiensi operasional diukur melalui BOPO, yaitu rasio beban operasional terhadap pendapatan operasional. Nilai BOPO yang lebih rendah menunjukkan efisiensi yang lebih baik. Profitabilitas diukur dengan *return on assets* (ROA), sedangkan risiko pembiayaan diukur dengan *non-performing financing* (NPF). SIZE dipertahankan sebagai variabel kontrol untuk menangkap perbedaan skala bank. Interpretasi substantif pada artikel ini difokuskan pada koefisien DIG,

sedangkan SIZE tetap dilaporkan sebagai variabel kontrol mengikuti definisi pada *dataset* estimasi penelitian.

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel Penelitian

Variabel	Operasionalisasi	Peran	Interpretasi
DIG	(Aset takberwujud / total aset) $\times$ 100%	Variabel independen	Semakin tinggi menunjukkan persentase sumber daya tak berwujud yang lebih besar
BOPO	Beban operasional / pendapatan operasional	Variabel dependen	Semakin rendah menunjukkan efisiensi operasional yang lebih baik
ROA	Laba / total aset	Variabel dependen	Semakin tinggi menunjukkan profitabilitas aset yang lebih baik
NPF	Rasio pembiayaan bermasalah	Variabel dependen	Semakin tinggi menunjukkan kualitas pembiayaan yang lebih lemah
SIZE	Logaritma natural total aset (Ln Total Aset)	Variabel kontrol	Mengendalikan perbedaan skala bank; koefisien dilaporkan pada Tabel 3 tetapi interpretasi tetap pada DIG

Sumber: Diolah penulis berdasarkan data penelitian (2026).

Pemilihan model mengikuti pengujian Chow dan Hausman pada output penelitian yang mengarah pada *Fixed Effect Model* dibandingkan *pooled model* atau *random effect*. Tiga persamaan *outcome* menggunakan struktur penjelas yang sama agar pola asosiasi digitalisasi dapat dibaca pada efisiensi, profitabilitas, dan risiko pembiayaan. Panel hanya mencakup enam bank, sehingga inferensi berbasis *standard error asimtotik* harus diperlakukan secara hati-hati. Mengikuti rekomendasi *reviewer*, penelitian ini melengkapi estimasi dasar dengan empat prosedur diagnostik dan *robustness*: (1) pemeriksaan *leverage* dan *Cook's distance* untuk mendeteksi observasi ekstrem, (2) *sensitivity check leave-one-bank-out*, (3) *wild cluster bootstrap* dengan enumerasi penuh atas seluruh $2^6 = 64$ kombinasi tanda *residual* pada enam *cluster* bank, mengikuti prosedur untuk data dengan jumlah *cluster* sangat kecil (Cameron et al., 2008; MacKinnon & Webb, 2017), dan (4) spesifikasi *two-way fixed effect* dengan menambahkan *year fixed effects*. Hasil keempat prosedur tersebut dilaporkan pada subbagian Uji Diagnostik dan Robustness.

$$ROA_{it} = \alpha_i + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 SIZE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$BOPO_{it} = \alpha_i + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 SIZE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$NPF_{it} = \alpha_i + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 SIZE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Pada persamaan (1) sampai (3), i menunjukkan bank, t menunjukkan tahun, α_i menangkap karakteristik bank yang relatif tetap sepanjang periode, β_1 merupakan koefisien digitalisasi, β_2 merupakan koefisien ukuran bank, dan ε_{it} merupakan *error term*. Interpretasi difokuskan pada arah asosiasi dan probabilitas yang tercatat pada output tersimpan. Karena panel hanya terdiri atas 30 observasi dan enam bank, hasil diperlakukan sebagai bukti eksploratif mengenai asosiasi di dalam bank, bukan sebagai identifikasi kausal. Penelitian juga tidak mengestimasi efek tidak langsung BOPO terhadap ROA. Oleh karena itu, istilah efisiensi-pertama digunakan sebagai pola interpretatif atas urutan kejelasan hasil antar-*outcome*, bukan sebagai model mediasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif dan heterogenitas panel

Statistik deskriptif menunjukkan heterogenitas yang cukup besar antar observasi bank-tahun. DIG memiliki rata-rata 0,7833%, median 0,1450%, maksimum 3,5400%, dan simpangan baku 1,1372 *percentage point*. Perbedaan antara rata-rata dan median menunjukkan konsentrasi aset tak berwujud pada sebagian observasi. ROA rata-rata sebesar 2,4767%, dengan rentang -6,72% sampai 11,43%. BOPO rata-rata sebesar 82,6723% dan mencapai maksimum 202,74%, sehingga terdapat kandidat observasi ekstrem yang berpotensi memengaruhi estimasi pada sampel kecil. NPF rata-rata 0,6443% dan maksimum 3,03%. Statistik tersebut mendukung perlunya pemeriksaan leverage dan *sensitivity check*. Pemeriksaan formal terhadap data asli menemukan satu observasi dengan leverage sangat tinggi, yaitu BCA Syariah tahun 2025 (leverage = 0,96; *Cook's distance* antara 8,9 dan 16,7 pada ketiga model, jauh melampaui ambang batas $4/N = 0,133$). Nilai ini muncul karena SIZE BCA Syariah turun tajam dari 30,44 pada 2024 menjadi 28,28 pada 2025, setara penurunan total aset tersirat lebih dari delapan kali lipat dalam satu tahun. Pola ini tidak konsisten dengan tren 2021-2024 yang naik stabil, sehingga diduga kuat sebagai kesalahan input data (kemungkinan perbedaan satuan pencatatan total aset) dan perlu diverifikasi ulang terhadap laporan keuangan asli sebelum data ini digunakan pada estimasi final. Observasi kedua dengan pengaruh besar adalah Bank Panin Dubai Syariah tahun 2021 (*Cook's distance* antara 0,73 dan 2,56), bertepatan dengan BOPO ekstrem (202,74%) dan ROA negatif (-6,72%) pada tahun tersebut. Hasil lengkap disajikan pada subbagian Uji Diagnostik dan *Robustness*.

Tabel 2. Statistik Deskriptif 30 Observasi Bank-Tahun

Variabel	Mean	Median	Maksimum	Minimum	Std. Dev.
DIG	0,7833%	0,1450%	3,5400%	0,0004%	1,1372%
ROA	2,4767%	1,8600%	11,4300%	-6,7200%	3,2710%
BOPO	82,6723%	79,1000%	202,7400%	58,1200%	24,2350%
NPF	0,6443%	0,3100%	3,0300%	0,0000%	0,8237%
SIZE	19,4440	17,0450	30,4400	16,2300	4,8662

Sumber: Diolah penulis berdasarkan data penelitian (2026).

Hasil *fixed effect*: pola efisiensi-pertama

Hasil *Fixed Effect Model* pada Tabel 3 memperlihatkan tiga arah asosiasi. Koefisien DIG terhadap BOPO sebesar -35,23 dengan $p = 0,0070$. Dengan DIG dinyatakan dalam *percentage point*, koefisien tersebut menunjukkan asosiasi negatif antara peningkatan satu *percentage point* DIG dan BOPO, dengan catatan bahwa besarnya efek perlu dibaca hati-hati karena sampel kecil. Koefisien DIG terhadap ROA sebesar +1,99 dengan $p = 0,0766$. Arah koefisien positif tetapi belum memenuhi batas signifikansi 5%. Koefisien DIG terhadap NPF sebesar +0,62 dengan $p = 0,0215$, sehingga terdapat asosiasi positif pada *standard error* konvensional. Hasil ini tidak ditafsirkan sebagai hubungan kausal karena *fixed effect* tidak menghilangkan *reverse causality* atau *time-varying omitted variables*, dan sebagaimana ditunjukkan pada subbagian Uji Diagnostik dan *Robustness*, signifikansi BOPO dan NPF tidak bertahan setelah dikoreksi dengan *wild cluster bootstrap*.

Tabel 3. Hasil Estimasi *Fixed Effect Model* untuk ROA, BOPO, dan NPF

Outcome	Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistik	Probabilitas
ROA	C	-30,3001	24,6297	-1,2302	0,2316
	DIG	+1,9891	1,0707	1,8577	0,0766
	SIZE	+1,6056	1,2377	1,2973	0,2080
N = 30; Within $R^2 = 0,1346$; $F(2,22) = 1,7109$ (Prob = 0,2039); <i>bank fixed effects</i> = ya					
BOPO	C	700,5734	272,6339	2,5696	0,0175
	DIG	-35,2290	11,8524	-2,9723	0,0070
	SIZE	-30,3592	13,7002	-2,2160	0,0373
N = 30; Within $R^2 = 0,2883$; $F(2,22) = 4,4566$ (Prob = 0,0237); <i>bank fixed effects</i> = ya					
NPF	C	-9,3077	5,7916	-1,6071	0,1223
	DIG	+0,6233	0,2518	2,4756	0,0215
	SIZE	+0,4867	0,2910	1,6724	0,1086
N = 30; Within $R^2 = 0,2144$; $F(2,22) = 3,0029$ (Prob = 0,0703); <i>bank fixed effects</i> = ya					

Sumber: Diolah penulis berdasarkan data penelitian (2026).

Catatan inferensi: N = 30 bank-tahun; *bank fixed effects* = ya pada spesifikasi utama; standard error yang dilaporkan pada Tabel 3 adalah standard error

konvensional (*non-cluster*) sesuai output estimasi. Karena panel hanya mencakup enam *cluster* bank, *standard error* konvensional berisiko *under-estimate* sehingga signifikansi pada Tabel 3 tidak dapat dibaca sebagai kesimpulan akhir. Hasil *wild cluster bootstrap*, *leave-one-bank-out*, dan spesifikasi *two-way fixed effect* yang mengoreksi keterbatasan ini disajikan pada subbagian Uji Diagnostik dan *Robustness*.

Uji Diagnostik dan *Robustness*

Penelitian ini menjalankan empat prosedur diagnostik dan *robustness* pada *dataset* yang sama dengan estimasi utama: pemeriksaan *leverage* dan *Cook's distance*, *sensitivity check leave-one-bank-out*, *wild cluster bootstrap*, dan spesifikasi *two-way fixed effect*. Seluruh prosedur dijalankan pada data panel 30 observasi bank-tahun yang identik dengan Tabel 2 dan Tabel 3.

Pemeriksaan *leverage* menemukan satu observasi dengan pengaruh sangat besar, yaitu BCA Syariah tahun 2025 (*leverage* = 0,96; *Cook's distance* 8,9–16,7 pada ketiga model, jauh melampaui ambang batas $4/N = 0,133$). Nilai ini berasal dari penurunan tajam SIZE BCA Syariah, dari 30,44 pada 2024 menjadi 28,28 pada 2025, setara penurunan total aset tersirat lebih dari delapan kali lipat dalam satu tahun -- pola yang tidak konsisten dengan tren 2021-2024 dan diduga kuat sebagai kesalahan input data yang perlu diverifikasi ulang oleh penulis terhadap laporan keuangan asli. Observasi kedua dengan pengaruh besar adalah Bank Panin Dubai Syariah tahun 2021 (*Cook's distance* 0,73–2,56), bertepatan dengan BOPO ekstrem (202,74%) dan ROA negatif (-6,72%) pada tahun tersebut.

Sensitivity check leave-one-bank-out mengestimasi ulang ketiga model sebanyak enam kali, masing-masing dengan mengeluarkan satu bank dari sampel. Tabel 5 menunjukkan bahwa ketika Bank Panin Dubai Syariah dikeluarkan, koefisien DIG pada ketiga *outcome* runtuh mendekati nol dan kehilangan signifikansi secara menyeluruh, sedangkan pengeluaran bank lain tidak mengubah arah maupun signifikansi hasil secara berarti. Pola ini menunjukkan bahwa hasil utama sangat bergantung pada satu bank dengan nilai BOPO dan ROA ekstrem pada tahun 2021, bukan pada pola yang tersebar merata di seluruh sampel.

Karena panel hanya mencakup enam *cluster* bank, *standard error* konvensional pada Tabel 3 berisiko *under-estimate* ketidakpastian sehingga penelitian ini menjalankan *wild cluster bootstrap* mengikuti prosedur untuk data dengan jumlah *cluster* sangat kecil (Cameron et al., 2008; MacKinnon & Webb, 2017). Prosedur menggunakan bobot *Rademacher* dengan enumerasi penuh atas seluruh $2^6 = 64$ kombinasi tanda *residual* pada enam *cluster*, di bawah model terestriksi yang mengeluarkan DIG. Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai

probabilitas *wild cluster bootstrap* jauh lebih besar daripada nilai probabilitas *asimtotik* pada Tabel 3, dan tidak ada satu pun koefisien DIG yang tetap signifikan pada taraf 5% maupun 10% setelah koreksi ini.

Tabel 4. Sensitivity Check Leave-One-Bank-Out (Koefisien DIG)

Bank yang Dikeluarkan	ROA (Koef.)	Prob.	BOPO (Koef.)	Prob.	NPF (Koef.)	Prob.
Bank Syariah Indonesia	2,34	0,098	-43,63	0,007	0,83	0,010
Bank Panin Dubai Syariah	-0,76	0,512	-0,34	0,952	0,04	0,904
BCA Syariah	4,67	0,019	-75,02	0,001	1,25	0,009
Bank Aceh Syariah	1,98	0,112	-35,32	0,015	0,61	0,026
BTPN Syariah	2,59	0,009	-38,62	0,007	0,65	0,031
Bank NTB Syariah	2,14	0,083	-37,39	0,009	0,66	0,013

Sumber: Diolah penulis berdasarkan data penelitian (2026). Model dasar (semua bank): DIG→ROA = 1,98; DIG→BOPO = -35,22; DIG→NPF = 0,62.

Tabel 5. Perbandingan Probabilitas Asimtotik dan Wild Cluster Bootstrap untuk Koefisien DIG

Outcome	t-Statistik	Probabilitas Asimtotik (Tabel 3)	Probabilitas Wild Cluster Bootstrap
ROA	1,86	0,077	0,625
BOPO	-2,97	0,007	0,406
NPF	2,48	0,022	0,438

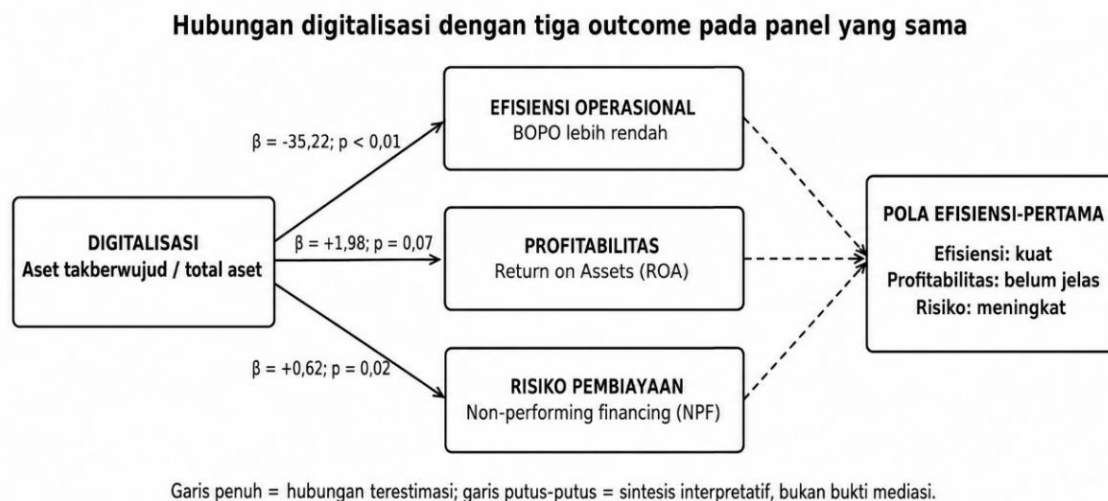
Sumber: Diolah penulis berdasarkan data penelitian (2026). *Wild cluster bootstrap*: bobot *Rademacher*, enumerasi penuh 64 kombinasi tanda pada enam *cluster* bank, mengikuti Cameron et al. (2008) dan MacKinnon & Webb (2017).

Sebagai pemeriksaan spesifikasi tambahan, model diestimasi ulang dengan menambahkan *year fixed effects* di samping *bank fixed effects* (*two-way fixed effect*). Arah koefisien DIG terhadap BOPO dan ROA konsisten dengan model utama, tetapi besarannya berubah signifikan (DIG→ROA menjadi +5,05 dengan $p = 0,005$; DIG→BOPO menjadi -64,54 dengan $p = 0,002$), sedangkan DIG→NPF kehilangan signifikansi pada taraf 5% (+0,84 dengan $p = 0,073$). Karena spesifikasi ini menyisakan derajat bebas yang sangat terbatas (30 observasi

dikurangi enam efek bank, empat efek tahun, dan dua *slope*), hasil *two-way fixed effect* ini perlu dibaca sebagai indikasi sensitivitas spesifikasi, bukan sebagai estimasi pengganti yang lebih definitif.

Secara keseluruhan, keempat prosedur diagnostik dan *robustness* ini menunjukkan bahwa pola asosiasi pada Tabel 3 tidak sepenuhnya tahan terhadap koreksi jumlah *cluster* yang kecil, terhadap pengeluaran satu bank dengan nilai ekstrem, maupun terhadap penambahan *year fixed effects*. Temuan ini memperkuat, bukan melemahkan, kerangka interpretatif eksploratif yang sejak awal diadopsi penelitian ini: pola efisiensi-pertama merupakan sinyal awal yang layak ditindaklanjuti dengan panel yang lebih besar, bukan bukti asosiasi yang sudah mapan secara statistik.

Ketiga hasil tersebut membentuk pola yang lebih informatif apabila dibaca bersama, tetapi kekuatan efek tidak dibandingkan dari besar koefisien karena skala BOPO, ROA, dan NPF berbeda. Istilah efisiensi-pertama hanya merujuk pada fakta bahwa bukti statistik pada BOPO lebih jelas pada *standard error* konvensional daripada bukti pada ROA, sementara NPF juga menunjukkan asosiasi positif pada *standard error* konvensional, meskipun sebagaimana diuraikan pada subbagian Uji Diagnostik dan *Robustness*, signifikansi BOPO dan NPF tidak bertahan pada *wild cluster bootstrap* maupun pada pengeluaran Bank Panin Dubai Syariah dari sampel. Pola ini tidak berarti bahwa efisiensi telah terbukti memediasi profitabilitas. Pengujian mediasi memerlukan estimasi *indirect effect* secara langsung.



Gambar 1. Kerangka Interpretasi Pola Efisiensi-Pertama dan Kebocoran Risiko
Sumber: Diolah penulis berdasarkan hasil fixed effect penelitian (2026).

Asosiasi negatif antara DIG dan BOPO sejalan dengan argumen bahwa manfaat awal digitalisasi sering terlihat pada biaya dan proses. Otomatisasi dapat mengurangi pekerjaan manual, waktu layanan, rekonsiliasi, penggunaan

kertas, dan ketergantungan pada jaringan kantor. Layanan *mobile* dan *web* juga dapat menggeser sebagian transaksi ke kanal dengan biaya marjinal lebih rendah. Lee et al. (2023) menemukan keterkaitan perkembangan FinTech dengan efisiensi bank komersial, sedangkan C. Shen et al. (2025) menunjukkan bahwa transformasi digital dapat meningkatkan *cost efficiency* melalui diversifikasi, pemanfaatan informasi, dan penggunaan dana. Nguyen et al. (2023) juga menempatkan penurunan *cost-to-income ratio* sebagai salah satu mekanisme yang menghubungkan digitalisasi dengan profitabilitas.

Penjelasan tersebut konsisten dengan *Resource-Based View* dan *dynamic capabilities*. Aset digital merupakan *resource stock*, tetapi *value creation* muncul ketika *resource* digunakan untuk merancang ulang rutinitas. Barney (1991) menekankan bahwa sumber daya tidak menghasilkan keunggulan secara otomatis. Teece (2007) serta Warner dan Wäger (2019) menunjukkan pentingnya *sensing*, *seizing*, dan *transforming* dalam perubahan digital. Dengan kerangka ini, asosiasi penurunan BOPO dapat dibaca sebagai indikasi bahwa sumber daya teknologi telah mulai terhubung dengan operasi sehari-hari. Kweh et al. (2024) memperkuat logika tersebut dengan menunjukkan bahwa efisiensi pengelolaan sumber daya dan efisiensi profitabilitas dapat berada pada tahap yang berbeda.

Hasil penelitian Indonesia memberikan konteks tambahan. Efa (2026) menemukan bahwa digitalisasi berkaitan dengan peningkatan efisiensi bank syariah, dan Nurcahyani et al. (2023) menunjukkan pentingnya kemampuan digital dalam menjaga efisiensi bank syariah pada masa pandemi. Temuan penelitian ini beririsan dengan studi tersebut pada sisi efisiensi, tetapi bukti terhadap ROA belum cukup jelas pada batas 5%. Perbedaan ini menguatkan argumen bahwa efisiensi operasional dan profitabilitas perlu dibaca sebagai keluaran yang berbeda, bukan sebagai hasil yang selalu bergerak serempak.

Koefisien ROA yang positif tetapi tidak signifikan tidak dapat diterjemahkan sebagai bukti bahwa digitalisasi tidak bernilai. Dengan 30 observasi dan hanya enam bank, $p = 0,07$ dapat mencerminkan keterbatasan daya statistik, heterogenitas respons, perbedaan waktu *monetisasi*, atau tidak adanya asosiasi *contemporaneous* yang stabil. Citterio et al. (2024) dan Ayadi et al. (2025) menunjukkan bahwa hubungan digitalisasi dengan kinerja bank dapat bersifat *nonlinier*. Ren et al. (2024) juga menunjukkan bahwa manfaat profitabilitas dapat muncul melalui kombinasi pendapatan dan biaya. Karena itu, bank dapat memperoleh penghematan proses sebelum skala penggunaan, pendapatan digital, atau pertumbuhan basis nasabah cukup besar untuk terlihat pada ROA.

Digital investment juga memiliki beban awal. Pengembangan sistem, keamanan siber, integrasi, data *governance*, migrasi, dan pelatihan dapat menekan laba dalam jangka pendek walaupun kapasitas operasional meningkat. Sebagian pengeluaran dikapitalisasi sebagai aset tak berwujud, sebagian lain menjadi beban periode berjalan. Ketidaksinkronan waktu antara investasi dan *monetisasi* menciptakan kemungkinan bahwa BOPO membaik lebih cepat daripada ROA. Jardak dan Ben Hamad (2022) menunjukkan bahwa transformasi digital berkaitan dengan kinerja perusahaan, tetapi mekanisme organisasi tetap menentukan besar manfaatnya. Mirza et al. (2023) juga menunjukkan hubungan *FinTech* dengan profitabilitas dan keberlanjutan, yang menegaskan bahwa hasil digitalisasi bergantung pada struktur penciptaan nilai yang lebih luas.

Proksi digitalisasi berbasis aset tak berwujud juga memiliki keterbatasan. Rasio tersebut lebih dekat dengan komitmen sumber daya daripada penggunaan aktual. Bank dapat memiliki aset digital besar tetapi tingkat migrasi transaksi yang rendah. Sebaliknya, bank dapat mengandalkan layanan pihak ketiga atau *cloud* sehingga intensitas penggunaan digital tinggi tanpa menghasilkan aset takberwujud yang sama besar. Wu et al. (2023) menunjukkan pentingnya substitusi antara aplikasi *mobile* dan layanan *web*, sedangkan C. Shen et al. (2025) menggunakan pengukuran digital yang lebih multidimensional. Perbedaan proksi dapat menjelaskan mengapa hasil antar penelitian tidak selalu sama.

Profitabilitas juga dipengaruhi oleh faktor yang tidak sepenuhnya berada di bawah kendali digitalisasi. Margin pembiayaan, pricing dana, komposisi aset, biaya pencadangan, strategi pertumbuhan, dan kondisi makroekonomi dapat bergerak berlawanan dengan manfaat efisiensi. Nurjanah dan Amrizal (2024) menunjukkan bahwa hubungan *financial technology* dan profitabilitas bank syariah dipengaruhi kinerja internal serta kondisi makro. Dengan demikian, peningkatan efisiensi dapat terjadi tanpa menghasilkan respons ROA yang seragam pada seluruh bank dan seluruh tahun.

Asosiasi positif antara DIG dan NPF merupakan kualifikasi penting. Koefisien +0,62 dengan $p = 0,0215$ pada *standard error* konvensional tidak membuktikan bahwa digitalisasi menyebabkan pembiayaan bermasalah, dan sebagaimana ditunjukkan pada subbagian Uji Diagnostik dan *Robustness*, asosiasi ini juga tidak bertahan pada *wild cluster bootstrap* ($p = 0,438$). *Fixed effect* mengendalikan karakteristik bank yang relatif tetap, tetapi tidak menghilangkan *reverse causality*, perubahan *risk appetite*, strategi ekspansi, atau *shock* yang berubah sepanjang waktu. Arah hasil tetap menunjukkan bahwa evaluasi manfaat efisiensi perlu dilakukan bersama kualitas pembiayaan, terutama pada

periode ekspansi layanan digital, meskipun bukti statistiknya bersifat awal dan belum kuat.

Digital channel dapat mempercepat *onboarding*, verifikasi, persetujuan, dan distribusi pembiayaan. Kecepatan tersebut bernilai jika kualitas *screening* dan monitoring ikut meningkat. Jika pertumbuhan volume lebih cepat daripada penguatan kemampuan *underwriting*, *fraud detection*, *early warning*, dan *collection*, bank dapat memperoleh *throughput* yang lebih tinggi tetapi kualitas aset memburuk. Penghematan yang terlihat pada BOPO kemudian dapat diserap oleh pencadangan, restrukturisasi, atau penurunan pendapatan pembiayaan. Khattak et al. (2023) menunjukkan bahwa transformasi digital berhubungan dengan diversifikasi dan stabilitas, sedangkan Puri et al. (2023) menegaskan bahwa digitalisasi perlu dinilai bersama indikator stabilitas bank. Karena itu, NPF pada penelitian ini berfungsi sebagai sinyal potensi *leakage* dari manfaat operasional menuju profitabilitas.

Dalam konteks bank syariah, risiko tersebut juga memiliki dimensi tata kelola. Digitalisasi harus menjaga kualitas akad, transparansi informasi, validitas proses, dan kepatuhan syariah. Ichsan et al. (2024) menegaskan bahwa digitalisasi bank syariah Indonesia perlu konsisten dengan prinsip syariah. Tlemsani et al. (2025) juga menghubungkan digitalisasi dengan pembangunan berkelanjutan pada ekonomi Islam. Artinya, efisiensi yang diperoleh dengan mengorbankan kualitas pembiayaan atau integritas proses tidak dapat dinilai sebagai keberhasilan digital yang utuh.

Kontribusi teoritis dan implikasi manajerial

Kontribusi teoritis penelitian ini adalah memisahkan *resource ownership* dari *resource conversion*. Rasio aset tak berwujud menunjukkan komitmen sumber daya, sedangkan BOPO menunjukkan apakah *resource* tersebut telah mengubah ekonomi operasional. ROA menunjukkan tahap *monetisasi* yang lebih akhir. Hasil penelitian mendukung transisi pertama dengan lebih kuat daripada transisi berikutnya. Dengan kata lain, teknologi terlihat produktif pada level operasi, tetapi manfaat keuangan akhir belum cukup stabil. Kerangka ini memperjelas bahwa *Resource-Based View* perlu dibaca bersama *dynamic capabilities* dan teori efisiensi, bukan sebagai hubungan langsung sederhana antara aset teknologi dan laba.

Kontribusi kedua adalah integrasi risiko ke dalam pembacaan efisiensi. Penelitian tidak membentuk model mediasi paralel karena ukuran sampel terlalu kecil dan data tidak menyediakan jalur kondisional yang diperlukan. Namun, hubungan positif digitalisasi dengan NPF memberi dasar empiris untuk konsep kebocoran risiko. Konsep ini menjelaskan bahwa manfaat biaya dapat gagal

mencapai ROA jika bank membayar harga melalui kualitas pembiayaan. Pada penelitian lanjutan, gagasan tersebut dapat diuji dengan model mediasi atau *moderated mediation* pada panel yang lebih besar, menggunakan ukuran digitalisasi yang mencakup *resource stock*, *usage*, dan *output*.

Implikasi bagi manajemen bank adalah kebutuhan untuk mengevaluasi digitalisasi melalui dashboard konversi. Peningkatan aset digital bukan *outcome* akhir. Setiap proyek perlu memiliki indikator penggunaan, biaya per transaksi, *turnaround time*, tingkat *straight-through processing*, *error rate*, serta migrasi transaksi. Setelah itu, bank perlu menilai apakah perbaikan operasional meningkatkan ROA setelah memperhitungkan biaya implementasi dan risiko pembiayaan. Pendekatan ini sejalan dengan literatur yang menempatkan efisiensi sebagai mekanisme penting dalam kinerja bank (Anis et al., 2023; Elmahdy et al., 2025).

Implikasi kedua adalah integrasi antara target pertumbuhan digital dan *risk governance*. Kecepatan akuisisi tidak boleh dipisahkan dari *underwriting*, *early arrears*, pencadangan, dan *collection*. Bank perlu membandingkan NPF berdasarkan kanal dan produk digital untuk memastikan bahwa ekspansi tidak mengubah efisiensi menjadi biaya risiko. Manajemen juga perlu membedakan teknologi yang benar-benar digunakan nasabah dan pegawai dari teknologi yang hanya tercatat sebagai aset. Perbedaan antara *stock* dan *usage* menjadi kunci untuk menilai apakah investasi telah mencapai skala yang ekonomis.

SIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi pada bank syariah Indonesia selama 2021-2025 menghasilkan pola kinerja yang tidak seragam. Pada standard *error* konvensional, digitalisasi berasosiasi negatif dengan BOPO dan positif dengan NPF, sementara hubungan positifnya dengan ROA belum signifikan pada tingkat 5 persen. Namun, uji diagnostik dan *robustness* menunjukkan bahwa asosiasi BOPO dan NPF tidak bertahan setelah *standard error* dikoreksi untuk jumlah *cluster* yang hanya enam bank, dan sebagian besar didorong oleh satu bank dengan nilai ekstrem pada 2021. Kombinasi tersebut mendukung pembacaan efisiensi-pertama sebagai pola eksploratif awal, bukan sebagai asosiasi yang telah mapan secara statistik. Sumber daya digital tampak lebih jelas berkaitan dengan ekonomi operasional dibandingkan *monetisasi* jangka pendek, dan pola ini masih perlu tertahan oleh risiko pembiayaan sebagai kemungkinan penjelasan, bukan kesimpulan yang telah teruji kuat. Temuan ini memperluas pembacaan *Resource-Based View* dengan menempatkan kemampuan konversi sebagai penghubung antara *resource stock* dan *financial return*, meskipun bukti

statistiknya bersifat awal. Secara manajerial, bank tetap perlu mengevaluasi investasi digital melalui indikator penggunaan, efisiensi, *monetisasi*, dan kualitas pembiayaan secara terpadu. Penelitian memiliki batasan berupa sampel kecil (enam bank, enam *cluster*), satu observasi dengan leverage tinggi yang diduga mengandung kesalahan input data, proksi digitalisasi berbasis aset tak berwujud, dan keterbatasan identifikasi kausal. Penelitian berikutnya perlu menggunakan panel yang lebih besar dengan jumlah bank yang lebih banyak, ukuran digitalisasi multidimensional, serta menguji jalur efisiensi dan risiko secara langsung dengan inferensi yang *robust* terhadap jumlah *cluster*. Dengan demikian, keberhasilan digitalisasi tidak cukup dinilai dari besarnya investasi teknologi maupun dari satu putaran estimasi, tetapi dari kemampuan bank mengubahnya menjadi operasi yang efisien, laba yang berkelanjutan, dan pembiayaan yang berkualitas, yang diuji ulang secara konsisten pada sampel yang lebih besar.

Penelitian memiliki keterbatasan yang perlu ditempatkan langsung pada interpretasi hasil. Pertama, panel hanya terdiri atas enam bank dan 30 observasi bank-tahun. Jumlah *cluster* yang sangat kecil membatasi kualitas inferensi *standard error asintotik* dan generalisasi. Hasil *wild cluster bootstrap* pada subbagian uji diagnostik dan *robustness* mengonfirmasi kekhawatiran ini: tidak satu pun koefisien DIG yang tetap signifikan pada taraf 5% setelah *standard error* dikoreksi untuk jumlah *cluster* yang kecil. Kedua, satu observasi (BCA Syariah tahun 2025) menunjukkan *leverage* dan *Cook's distance* yang sangat tinggi akibat penurunan tajam nilai SIZE yang tidak konsisten dengan tren tahun-tahun sebelumnya, dan diduga kuat sebagai kesalahan input data yang perlu diverifikasi ulang oleh penulis terhadap laporan keuangan asli sebelum data ini digunakan pada publikasi final. Nilai BOPO maksimum 202,74% pada Bank Panin Dubai Syariah tahun 2021 juga menjadi observasi berpengaruh besar; *sensitivity check leave-one-bank-out* menunjukkan bahwa hasil utama sangat bergantung pada bank tersebut. Ketiga, proksi DIG berbasis aset tak berwujud lebih dekat pada *resource stock* daripada penggunaan digital dan dapat mencampur komponen digital dengan aset tak berwujud non-digital.

Keempat, *fixed effect* tidak menghilangkan *endogeneity* yang berasal dari *reverse causality* atau *time-varying omitted variables*. Bank yang lebih efisien dapat memiliki kapasitas lebih besar untuk berinvestasi digital, sementara investasi digital juga dapat menjadi respons terhadap tekanan profitabilitas atau kualitas pembiayaan. Panel yang lebih panjang dapat mendukung *lagged model* atau *dynamic panel* jika tersedia strategi identifikasi yang kredibel. Penelitian

berikutnya perlu mengestimasi *indirect effect* secara langsung, menggunakan panel yang lebih panjang dan ukuran digitalisasi multidimensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A., Nianty, D. A., & Romadhoni, B. (2026). Financial structure, digital transformation, and profitability Islamic banks: The role of mediating operational efficiency in Southeast Asian context. *Indonesia Accounting Research Journal*, 13(3), 226–235. <https://doi.org/10.35335/iacrj.v13i3.608>
- Anis, I., Gani, L., Fauzi, H., Hermawan, A. A., & Adhariani, D. (2023). The sustainability awareness of banking institutions in Indonesia, its implication on profitability by the mediating role of operational efficiency. *Asian Journal of Accounting Research*, 8(4), 356–372. <https://doi.org/10.1108/AJAR-06-2022-0179>
- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. (2024, February 7). *APJII jumlah pengguna internet Indonesia tembus 221 juta orang*. <https://apjii.or.id/berita/d/apjii-jumlah-pengguna-internet-indonesia-tembus-221-juta-orang>
- Ayadi, R., Chiaramonte, L., Cucinelli, D., & Migliavacca, M. (2025). Digitalization and banks' efficiency: Evidence from a European analysis. *International Review of Financial Analysis*, 97, Article 103837. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103837>
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric analysis of panel data* (6th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
- Bank Indonesia. (2025). *Laporan perekonomian Indonesia 2024*. https://www.bi.go.id/id/publikasi/laporan/Pages/LPI_2024.aspx
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175–212. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6)
- Cameron, A. C., Gelbach, J. B., & Miller, D. L. (2008). Bootstrap-based improvements for inference with clustered errors. *The Review of Economics and Statistics*, 90(3), 414–427. <https://doi.org/10.1162/rest.90.3.414>
- Cheng, M., & Qu, Y. (2023). The false prosperity and promising future: Effects of data resources on bank efficiency. *International Review of Financial Analysis*, 89, Article 102749. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102749>
- Citterio, A., King, T., & Locatelli, R. (2024). Is digital transformation profitable for banks? Evidence from Europe. *Finance Research Letters*, 70, Article 106269. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106269>

- Efa, D. B. (2026). Does banking digitalization enhance profitability and efficiency? Evidence from Islamic banks in Indonesia. *Journal of Management and Islamic Finance*, 6(1), 100–117. <https://doi.org/10.22515/jmif.v6i1.14774>
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10–11), 1105–1121. [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E)
- Elmahdy, A. H. A. M., Abdelkader, M. T. K. M., & Shaker, M. A. M. (2025). Bridging the nexus between FinTech, operational efficiency and banks profitability: The moderating role of bank size. *Future Business Journal*, 11, Article 62. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00478-x>
- Hasani, M. A. (2026). Impact of digital transformation on efficiency and profitability: BSI Islamic Bank 2022–2024. *Journal of Economics and Social Sciences*, 5(1), 239–246. <https://doi.org/10.59525/jess.1458>
- Hayes, A. F. (2022). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (3rd ed.). Guilford Press.
- Ichsan, M., Fitriyanti, F., Setiorini, K. R., & Al-Qudah, A. M. (2024). Digitalization of Islamic banking in Indonesia: Justification and compliance to Sharia principles. *Jurnal Media Hukum*, 31(2), 244–261. <https://doi.org/10.18196/jmh.v31i2.22485>
- Jardak, M. K., & Ben Hamad, S. (2022). The effect of digital transformation on firm performance: Evidence from Swedish listed companies. *The Journal of Risk Finance*, 23(4), 329–348. <https://doi.org/10.1108/JRF-12-2021-0199>
- Khattak, M. A., Ali, M., Azmi, W., & Rizvi, S. A. R. (2023). Digital transformation, diversification and stability: What do we know about banks? *Economic Analysis and Policy*, 78, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.03.004>
- Kweh, Q. L., Lu, W.-M., Tone, K., & Liu, H.-M. (2024). Evaluating the resource management and profitability efficiencies of US commercial banks from a dynamic network perspective. *Financial Innovation*, 10, Article 19. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00531-0>
- Lee, C.-C., Ni, W., & Zhang, X. (2023). FinTech development and commercial bank efficiency in China. *Global Finance Journal*, 57, Article 100850. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2023.100850>
- MacKinnon, J. G., & Webb, M. D. (2017). Wild bootstrap inference for wildly different cluster sizes. *Journal of Applied Econometrics*, 32(2), 233–254. <https://doi.org/10.1002/jae.2508>
- Mirza, N., Umar, M., Afzal, A., & Firdousi, S. F. (2023). The role of fintech in promoting green finance, and profitability: Evidence from the banking sector in the euro zone. *Economic Analysis and Policy*, 78, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.02.001>

- Monika, A., Azam, A. N., & Teguh, S. I. (2021). The impact of Fintech development to profitability of Islamic bank. *International Journal of Research and Review*, 8(1), 250–258. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20210128>
- Nguyen, Q. T. T., Ho, L. T. H., & Nguyen, D. T. (2023). Digitalization and bank profitability: Evidence from an emerging country. *International Journal of Bank Marketing*, 41(7), 1847–1871. <https://doi.org/10.1108/IJBM-03-2023-0156>
- Nurchayani, A., Syarifudin, E., & Nani. (2023). Efficiency of Islamic banks in Indonesia: Service coverage, business size, financing and profitability during a pandemic. *Journal of Finance and Islamic Banking*, 5(2). <https://doi.org/10.22515/jfib.v5i2.5413>
- Nurjanah, N., & Amrizal, A. (2024). Analysis of the influence of financial technology, internal performance, macroeconomic factors on profitability of Islamic banks in Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 10(3), 2470–2479. <https://doi.org/10.29040/jiei.v10i3.14178>
- Otoritas Jasa Keuangan. (2023). *Roadmap pengembangan dan penguatan perbankan syariah Indonesia 2023–2027*.
- Otoritas Jasa Keuangan. (2024). *Booklet perbankan Indonesia 2024*. <https://www.ojk.go.id/id/kanal/perbankan/data-dan-statistik/booklet-perbankan-indonesia/Pages/Booklet-Perbankan-Indonesia-2024.aspx>
- Otoritas Jasa Keuangan, & Badan Pusat Statistik. (2024). *Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan (SNLIK) 2024*. <https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/publikasi/Pages/Survei-Nasional-Literasi-dan-Inklusi-Kuangan-%28SNLIK%29-2024.aspx>
- Otoritas Jasa Keuangan, & Badan Pusat Statistik. (2025, May 2). *Hasil Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan (SNLIK) tahun 2025*. <https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/siaran-pers/Pages/OJK-dan-BPS-Umumkan-Hasil-Survei-Nasional-Literasi-dan-Inklusi-Kuangan-SNLIK-Tahun-2025.aspx>
- PT Kustodian Sentral Efek Indonesia. (2024). *Laporan tahunan 2024: Advancing digital infrastructure, empowering the capital market*. <https://www.ksei.co.id/annual-reports?setLocale=id-ID>
- Puri, V., Kaur, G., Kalra, J. K., & Gill, K. (2025). Bank stability and digitalisation: Empirical evidence from selected Indian banks. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 41(4), 1386–1409. <https://doi.org/10.1108/JEAS-07-2022-0172>
- Ren, X., Song, K., Zhu, K., & Yang, X. (2024). Does digital transformation increase bank profit efficiency? Evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 86, Article 102388. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2024.102388>

- Sayari, S. (2024). Driving digital transformation: Analyzing the impact of internet banking on profitability in the Saudi Arabian banking sector. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(5), Article 174. <https://doi.org/10.3390/jrfm17050174>
- Shen, C., Wu, J., Li, Y., & Chen, Q. (2025). Does digital transformation improve the cost efficiency of commercial banks? Evidence from China. *Finance Research Letters*, 73, Article 106619. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106619>
- Shen, L., Zhang, X., & Liu, H. (2022). Digital technology adoption, digital dynamic capability, and digital transformation performance of textile industry: Moderating role of digital innovation orientation. *Managerial and Decision Economics*, 43(6), 2038–2054. <https://doi.org/10.1002/mde.3507>
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Theiri, S., & Hadoussa, S. (2024). Digitization effects on banks' financial performance: The case of an African country. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 34(1), 144–162. <https://doi.org/10.1108/CR-10-2022-0147>
- Tlemsani, I., Zaman, A., Mohamed Hashim, M. A. M., & Matthews, R. (2025). Digitalization and sustainable development goals in emerging Islamic economies. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, 16(5), 890–914. <https://doi.org/10.1108/JIABR-03-2023-0092>
- Ur Rehman, A., Aslam, E., & Iqbal, A. (2022). Intellectual capital efficiency and bank performance: Evidence from Islamic banks. *Borsa Istanbul Review*, 22(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.02.004>
- Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Wu, L., Yu, D., & Lv, Y. (2023). Digital banking and deposit: Substitution effect of mobile applications on web services. *Finance Research Letters*, 56, Article 104138. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104138>